

Могилевская область, 30 октября 2015 года) . Под ред. С. Г. Стрельченко. – Минск, 2015. – 101–106.

2. Домненко, В. А. Радиационная обстановка в лесах // Журнал «Лесное и охотничье хозяйство». – 2014. – Вып. IV. – С. 19–26.

3. Леса и лесное хозяйство Беларуси. Справочно-информационные материалы. – Минск : РУП «Лесное и охотничье хозяйство», 2015. – 29 с.

4. Домненко, В. А. Контроль продукции побочного лесопользования / // Журнал «Лесное и охотничье хозяйство». – 2014. – Вып. VIII. – С. 31–35.

П. Ф. Кахнич, А. В. Люсак, Л. В. Бучинская,
*Национальный университет водного хозяйства и природопользования
Центр экологических систем и технологий (ЭКОСТ), Украина*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ГРУНТОВЫХ СРЕДАХ

The task of cleaning of layer of fat land is examined from radioactive elements by a transfer by their lauter stream in a horizontal drain with the subsequent catching by their drain.

В результате Чернобыльской катастрофы сильное радионуклидное загрязнение испытала значительная часть Волынского и Житомирского Полесья. Специфические естественные условия региона способствуют усиленной миграции радионуклидов из почвы в растения и по трофическим цепям дальше. Нами рассматривается задача очистки слоя плодородной почвы от радионуклидов путем переноса их фильтрационным потоком к горизонтальной дрене с последующим улавливанием их дреной. Необходимо провести численное моделирование данного процесса, в результате чего построить гидродинамическую сетку фильтрационного потока с визуализацией ее на компьютере, рассчитать поле скоростей фильтрации и концентрации радионуклидов, осуществить прогнозирование о пригодности плодородных земель к их дальнейшему использованию [1].

Пусть имеем сечение почвы, в котором на глубине b_2 расположена дрена – уловитель радиусом r_1 , расстояние между центрами соседних дрен равно l ,

расстояние от центра дрены до водонепроницаемого слоя почвы составляет b_1 м, толщина верхнего плодородного слоя почвы составляет b_0 м.

Необходимо:

- построить численное конформное отображение криволинейного четырехугольника (рис.);
- рассчитать поле скоростей фильтрации $v(x, y)$
- рассчитать поле концентрации $C(x, y, t)$
- найти предельно допустимые расстояния b_i , чтобы концентрация не превышала предельно допустимой;
- рассмотреть различные типы фильтрационных процессов;
- определить, за какое время концентрация радионуклидов станет меньше ПДК.

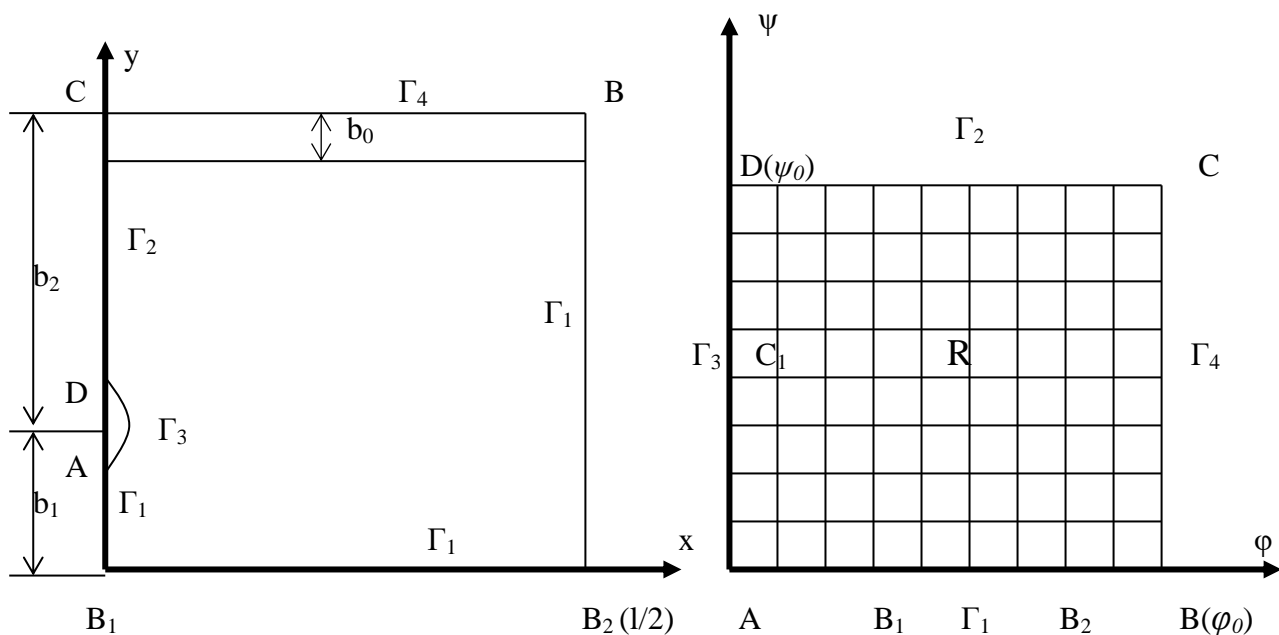


Рис. Иллюстрация задачи массопереноса в области с криволинейной границей
 Модели массопереноса базируются на следующих предположениях:

- 1) фильтрация подчиняется закону Дарси;
- 2) жидкость считается несжимаемой, а пористая среда недеформируемой (фильтрация в жестком режиме);
- 3) жидкость занимает все пористое пространство, то есть рассматриваются насыщенные фильтрационные потоки;

4) исследуется перенос таких мигрантов, наличие которых в растворе не оказывает существенного влияния на его массу, вязкость и другие гидродинамические характеристики;

5) процессы массопереноса изучаются при изотермических условиях.

Моделирование транспортировки мигрантов в подземных водах базируется на решении системы дифференциальных уравнений теории фильтрации и гидрогеохимической миграции, в состав которой входят уравнения движения и сохранения массы фильтруемой жидкости, уравнения движения и сохранения массы мигрантов, находящихся в растворе, и уравнения, описывающие процессы физико-химического взаимодействия между раствором и фильтрующей пористой средой. Перенос мигранта в грунтовых водах обуславливается совместным действием совокупности физических процессов, среди которых в первую очередь выделим конвективный перенос, молекулярную диффузию и фильтрационную дисперсию. Конвективный перенос представляет собой перемещение мигрирующего вещества непосредственно вместе с потоком грунтовых вод [2].

Поскольку физическая область – пористая среда, то коэффициент фильтрации k , σ – пористость среды, v – скорость фильтрации, $h(x, y)$ – поле пьезометрических напоров, $C(x, y, t)$ – концентрация солевого раствора в точке с координатами (x, y) в момент времени t .

Неизвестной в данной задачи будет $C(x, y, t)$.

Движение радионуклидов будем считать установленным и потенциальным, поэтому математическая модель данной задачи описывается уравнением фильтрации подземных вод или солевого раствора на основе закона Дарси, уравнением конвективной диффузии на основе закона Фика при соответствующих краевых условиях на границе рассматриваемой области фильтрации.

Математическая модель поставленной задачи в физической области будет выглядеть:

$$\begin{cases} \vec{v} = \text{grad } \varphi, & \text{div } \vec{v} = 0, \\ \text{div}(\text{grad } C) - \text{div}(\vec{v} \cdot C) = \gamma \cdot (C - C_m) = \sigma \frac{\partial C}{\partial t} \end{cases} \quad (1)$$

$$C(x, y, 0) = C_0(x, y) \quad (3)$$

$$\Gamma_1 : \frac{\partial C}{\partial n} = 0, \quad (4)$$

$$\Gamma_2 : \frac{\partial C}{\partial n} = 0, \quad (5)$$

$$C|_{\Gamma_3} = C_1 = \text{const}, \quad (6)$$

$$C|_{\Gamma_4} = C_2 = \text{const}, \quad (7)$$

Запишем (1) в покомординатном виде:

$$v_x = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right), \quad (8)$$

$$v_y = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right), \quad (9)$$

$$\text{div } \vec{v} = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0, \quad (10)$$

Подставляя (8)–(9) в (10) получаем:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0, \quad (11)$$

Задача (3), (11) называется смешанной задачей теории потенциала. Найдя потенциал $\varphi(x, y)$, с решения данной задачи по функциям (8), (9) находим компоненты V_x , V_y и подставляем их в формулу (2). Формула (2) в покомординатном виде будет выглядеть:

$$D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) - v_x \frac{\partial C}{\partial x} - v_y \frac{\partial C}{\partial y} - \gamma(C - C_m) = \sigma \frac{\partial C}{\partial t}, \quad (12)$$

Получили уравнение параболического типа с переменными коэффициентами. Одной из проблем для решения поставленной задачи является наличие криволинейной области, в которой рассматривается задача.

Итак, для решения поставленной цели необходимо решить:

– задачу фильтрации (3), (11)

– задачу конвективной диффузии (4) – (7), (12).

Таким образом, математическая модель представляет собой систему эллиптического и параболического типов с соответствующими краевыми условиями.

Сначала решим задачу фильтрации в обратной постановке. Для ее решения используем разностный метод с использованием многочисленных конформных отображений, согласно выше описанных алгоритмов.

В данном случае известно точное решение (точнее конформное отображение) данной задачи. Найдя конформное отображение мы легко вычислим скорость фильтрации $V (V^2)$ или численно находим это значение [3]:

$$v_x = \frac{\partial \psi}{\partial y} = \frac{1}{I} \cdot x_\varphi, \quad v_y = -\frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{1}{I} \cdot y_\varphi, \quad (13, 14)$$

где I – якобиан отображения:

$$I = x_\varphi \cdot y_\psi - x_\psi \cdot y_\varphi, \quad v^2 - \text{квадрат скорости, } v^2(\varphi, \psi) = \frac{1}{I^2}, \quad (15).$$

Таким образом, найдя численно или аналитически обратное конформное отображение, мы, имея квадрат скорости, который выступает переменным коэффициентом, будем считать, что задача фильтрации, которая входит в задачу автономно, решена.

Для решения данной задачи разработана комплексная программа, которая выполнена в интегрированных средах визуального программирования Delphi 6.0 и C Builder 6.0. Созданная программа является комплексом из трех программ, взаимосвязанных между собой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ляшко, С. И. Оптимизация и математическое моделирование массопереноса подземных вод. – К. : Наук. Думка, 1998. – 256 с.
2. Сергиенко, И. В., Скопецкий, В. В., Дейнека, В. С. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах. – Киев : Наук. думка, 1991. – 432 с.

3. Власюк, А. П., Мартинюк, П. М. Математичне моделювання консолідації ґрунтів в процесі фільтрації сольових розчинів: Монографія. – Рівне : В-цтво УДУВГП, 2004. – 211 с.

О. А. Козлова, Е. Х. Тухтарова,
Институт экономики УрО РАН, Екатеринбург, Россия

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИИ НА СМЕРТНОСТЬ ТРУДОСПОСОБНОГО НАСЕЛЕНИЯ В РОССИИ

At present moment, the Health system of Russia faces a serious challenge of preserving the capacity of the working-age population. Meanwhile, the health of the population depends on the activity of the system, only 15–20 %. While the contribution of ecology to the health of the working population is 20–30 %. Under these conditions, the analysis of environment and its influence on the mortality of the working-age population is of paramount importance.

Публикация подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 15-06-09169 «Разработка методического инструментария измерения и оценки влияния социально-экономических и медико-демографических факторов на показатели смертности населения трудоспособного возраста»

Как известно продолжительность человеческой жизни зависит от многих факторов. Медицинская наука традиционно разделяет факторы смертности на две составляющие: эндогенные и экзогенные. К первой группе относят естественные причины смертности – старение, врожденные пороки, наследственные заболевания и др. Тогда как экзогенные факторы связаны с влиянием внешней среды. К этой группе можно отнести социоэкономические факторы, состояние окружающей среды, а также функционирующая система здравоохранения в стране.

Вопросом оценки влияния факторов на самочувствие трудоспособного населения поднимался различными учеными. Однако к изучению этого вопроса преимущественно обращаются представители медицинской науки, тогда как оценка исследователей влияния социоэкономических процессов на трудоспособное население в экономической науке представлена не столь широко. Не менее остро ситуация обстоит и с оценкой влияния окружающей среды на смертность трудоспособного населения. Между тем по данным